

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-207927

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月12日

G 01 M 11/00  
G 02 B 6/00

R-2122-2G  
L-7370-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光ファイバ測定器

⑯ 特 願 昭61-51672

⑰ 出 願 昭61(1986)3月10日

⑱ 発 明 者	杉 山	直	武蔵野市中町2丁目9番32号	横河北辰電機株式会社内
⑱ 発 明 者	蘭	宗 樹	武蔵野市中町2丁目9番32号	横河北辰電機株式会社内
⑱ 発 明 者	末 広	雅 幸	武蔵野市中町2丁目9番32号	横河北辰電機株式会社内
⑲ 出 願 人	横河電機株式会社		武蔵野市中町2丁目9番32号	
⑳ 代 理 人	弁理士 小沢 信助			

#### 明 網 書

#### 1. 発明の名称

光ファイバ測定器

#### 2. 特許請求の範囲

(1) 光源からの光を被測定ファイバに入射し被測定ファイバの後方散乱光を検出することにより被測定ファイバの状態を観測する光ファイバ測定器において、

可変波長光源と、この可変波長光源の出力光に関連する光の偏波面を回転しその出力光に関連する光が被測定光ファイバに入射するファラデー回転素子と、前記被測定光ファイバの後方散乱光に関連する光を入射する偏波分離手段と、この偏波分離手段の出力光に関連する電気信号を入力する演算制御部とを備えたことを特徴とする光ファイバ測定器。

(2) 可変波長光源の出力光を入力する光方向性結合器を備え、光方向性結合器の出力光をファラデー回転素子を介して被測定光ファイバに入射し、被測定光ファイバの後方散乱光を前記ファラデー

回転素子および前記方向性結合器を介して偏波分離手段に入射するように構成した特許請求の範囲第1項記載の光ファイバ測定器。

#### 3. 発明の詳細な説明

##### 〈産業上の利用分野〉

本発明は、OTDR法を用いた光ファイバ測定器の改良に関するものである。特に光ファイバに沿った偏波面モード結合、波長分散、偏波分散あるいは伝送帯域を同時に光ファイバの片端だけで測定できる光ファイバ計測器に関するものである。

##### 〈従来の技術〉

光ファイバにはガラスに固有の散乱が存在する。光ファイバコアを伝搬する光波はコア内のドーパントなどの散乱源によりレイリー散乱を生じる。特にこの散乱光のうちファイバコア後方(光源方向)へガイドされた散乱光を後方散乱光と呼ぶ。

光ファイバの一端から光パルスを送り、後方散乱光を観測することによりファイバの長さ方向の損失分布や断点などを検出する手法をOTDR (Optical Time Domain R

eflectometry) 法という。

第5図は従来のOTDR法を用いた光ファイバ試験装置の基本構成を示す構成ブロック図である。光源1から出力された光パルスは方向性結合器2を過って被測定ファイバ3に入射する。この光の一部は後方レイリー散乱光として逆方向へ戻り、再び方向性結合器2を経由して受光素子4に入射し検出される。受光素子4の電気出力は増幅器5で増幅後、演算部6でA/D変換、平均化処理、対数変換などが行われ、データ保存手段8に格納されるとともに、表示装置7で表示される。

#### 《発明が解決しようとする問題点》

しかしながら、上記のような従来の光ファイバ障害探索装置では、光ファイバに付いた損失の測定は可能であるが、偏波面の変化については測定ができないという欠点を有している。

特に、現状では定偏波面ファイバでも外乱により偏波モード結合(ファイバの直交モード間のモード結合量またはモード変換量)が避けられないので、偏波モード結合の大きさは光ファイバ伝送

における伝送帯域を決定する主要因ともなり、その測定は極めて重要である。

また従来の装置では伝送帯域や波長分散(波長による屈折率の違いが原因で光の伝搬時間に差を生じる現象)の測定を光ファイバの片端だけで行うことは不可能であった。

本発明は上記の問題点を解決するためになされたもので、光ファイバに付いた偏波モード結合、伝送帯域および波長分散等を同時に光ファイバの片端だけで測定できる光ファイバ測定器を実現することを目的としている。

#### 《問題点を解決するための手段》

本発明は光源からの光を被測定ファイバに入射し被測定ファイバの後方散乱光を検出することにより被測定ファイバの状態を観測する光ファイバ測定器に係るもので、その特徴は可変波長光源と、この可変波長光源の出力光に関連する光の偏波面を回転しその出力光に関連する光が被測定光ファイバに入射するファラデー回転素子と、前記被測定光ファイバの後方散乱光に関連する光を入射す

る偏波分離手段と、この偏波分離手段の出力光に関連する電気信号を入力する演算制御部とを備えたところにある。

#### 《実施例》

以下本発明を図面を用いて詳しく説明する。

第1図は本発明に係る光ファイバ測定器の一実施例を示す構成ブロック図である。11は温度制御により発振波長を変えられることができる半導体レーザーや、NdドープYAGレーザーやArレーザーなどをポンピング源とし回折格子やプリズムなどで波長選択できる光ファイバ・ラマン・レーザーなどを用いた可変波長光源、12はこの可変波長光源11の出力光を入射する集光用のレンズ、2はこのレンズ12の出力光を入射する方向性結合器で、ここでは偏波面依存性のないハーフミラーなどを用いたもの、13はこの方向性結合器2の出力光を入射するファラデー回転素子で、例えばYIG単結晶のまわりにソレノイド状に導線を巻いたもの、14はこのファラデー回転素子13の出力光を集光するレンズ、3はこのレンズ14の出力光

を入射する被測定光ファイバ、15はこの被測定光ファイバ3の後方散乱光を前記レンズ14、前記ファイバ回転素子13および前記方向性結合器2を介して入射する偏光プリズムや方解石などを用いた偏波分離素子、16、17はこの偏波分離素子15の透過光、反射光をそれぞれ入射する集光用レンズ、18、19はこのレンズ16、17の出力光をそれぞれ入射するAPD(アバランシェ・フォトダイオード)と増幅器などからなる受光部、20はこの受光部18、19の出力電気信号を入力する演算制御回路、21は前記可変波長光源11の温度を検出する温度検出器、22は前記ファラデー回転素子13の温度を検出する温度検出素子である。

このような構成の光ファイバ測定器の動作を次に説明する。可変波長光源11から出力された光はレンズ12で集光されて方向性結合器2に入射し、その出力光がファラデー回転素子13で偏波面を回転する。ファラデー回転素子13の出力光はレンズ14で集光されて被測定ファイバ3に入

射し、その散乱光は被測定ファイバ3を逆行して再びレンズ14、ファラデー回転素子13を通り、方向性結合素子2を介して偏波分離素子15に入射する。偏波分離素子15で入射光は2つの直交成分に分離され、それぞれが受光部18, 19で検出・増幅される。受光部18, 19の出力電気信号は演算制御回路20に入力して後述のような所定の信号処理を行う。また演算制御回路20は温度センサ21, 22の出力に基づいて可変波長光源11、ファラデー回転素子13の温度制御も行っている。

次に偏波モード結合、波長分散および偏波分散等を測定する場合の上記光ファイバ測定器の動作を説明する。

#### (イ) 偏波モード結合の測定法

光源11からのパルス光に基づいて受光素子18, 19からそれぞれ出力される2つの直交成分の信号強度 $S_1(t)$ ,  $S_2(t)$ を時間に対してグラフ化したものを第2図(A), (B)に例示する。例えば第2図(A)のa点および第2図

の関数として表すと第3図(A)のようになり、演算制御回路20において、対応する第3図(B)の波長分散を公知の計算方法で演算することができる。またパルスの時間遅れが最小値となるところで波長分散が0となるので波長分散が0となる波長を演算することもできる。また演算により高次の波長分散を求めれば、これを用いて入力パルス幅と出力パルス幅の関係が分るので、第4図に示すような伝送帯域特性を演算することができる(図の $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ は波長)。

#### (ハ) 偏波分散の測定法

偏波分散は入射光の偏波方向の違いによる伝送速度の違いで、単位長当りの直交偏波モード間の群遅延差で定義される。波長可変光源11から波長を順次変化させた光パルスを送出すとともに、各波長毎にその偏波面を光ファイバの主軸に合せたものと主軸に直交する方向に合せたものをファラデー回転素子により順次発生させ、ファイバ端のフレネル反射などを利用してそれぞれの後方散乱光の時間差を計測する。ここで被測定光ファイ

(B)のb点は被測定ファイバ3の同一点で生じたフレネル反射による損失を表しているが、両者の大きさは異なっている。すなわちフレネル反射に偏波面依存性があることを示している。この偏波面依存性の尺度となる偏波モード結合の値は

$$\theta(t) = \sin^{-1} \sqrt{S_1(t)/S_2(t)} \quad \dots (1)$$

で表される。この演算を演算制御回路20が行うことにより、被測定ファイバ3の長手方向に沿って偏波モード結合を測定できる。

また被測定ファイバ3の長手方向に沿った損失は次式

$$L(t) = \sqrt{S_1(t)^2 + S_2(t)^2} \quad \dots (2)$$

で演算できる。

#### (ロ) 波長分散の測定法

可変波長光源11から波長を順次変化させた光パルスを送出し、光ファイバ3終端からのフレネル反射光などを利用してその後方散乱光の時間遅れを測定する。一般に光パルスの時間遅れを波長

バ3として定偏波面光ファイバを用いれば、従来例で述べたように、特に意味のある測定を行うことができる。

なお上記の実施例において、ファラデー回転素子13を方向性結合器2の手前に配置してもよい。  
《発明の効果》

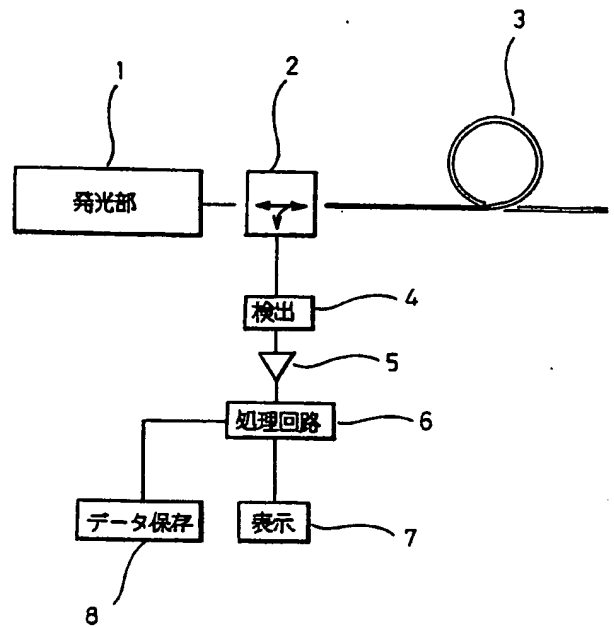
以上述べたように本発明によれば、光ファイバの長手方向に沿った偏波モード結合、波長分散、偏波分散、損失、伝送帯域特性などを同時に光ファイバの片端だけで測定できる光ファイバ測定器を簡単な構成で実現することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

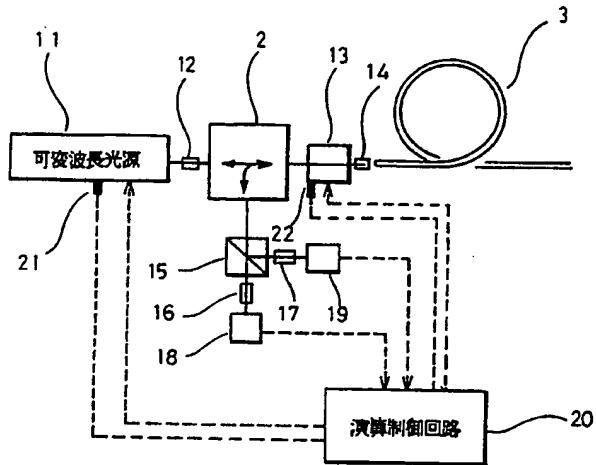
第1図は本発明に係わる光ファイバ測定器の一実施例を示す構成ブロック図、第2図～第4図は第1図装置の動作を説明するための特性曲線図、第5図は従来の光ファイバ測定器を示す構成ブロック図である。

3…被測定ファイバ、11…可変波長光源、15…偏波分離素子、13…ファラデー回転素子、20…演算制御部。

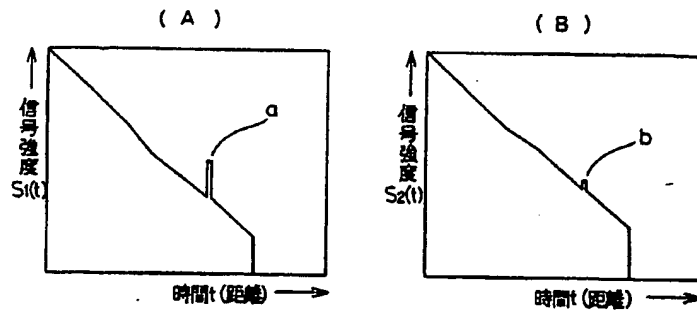
第 5 図



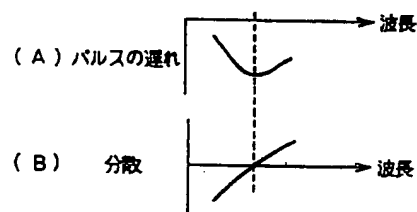
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第 4 図

